



E/CONF.39/D/256

2 Nov. 1962

ORIGINAL : FLEBORE

**CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES**

Point de l'ordre du jour : D.13

France

**LE BETON PRECONTRAINT
DANS LES REGIONS PEU DEVELOPPEES**

Par Georges WORONTZOFF,
Ingénieur à la STUP
(Société Technique pour l'Utilisation
de la Précontrainte)

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.



NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

**LE BETON PRECONTRAINTE
DANS LES REGIONS PEU DEVELOPPEES**

par **Georges WORONTZOFF,**
Ingénieur à la S.T.U.P.,
(Société Technique pour
l'Utilisation de la Précontrainte)

1. DEFINITION SOMMAIRE DU BETON PRECONTRAINTE

1,0 PRINCIPES GENERAUX

La naissance et le développement du béton précontraint sont dus aux travaux d'Eugène Freyssinet (1879-1962).

Au lieu d'armatures en acier doux ou mi-dur simplement noyées dans le béton qui caractérisent le béton armé traditionnel, dans le béton précontraint sont utilisés des aciers durs à haute limite élastique mis en tension à un taux voisin de cette limite. La tension des aciers est transmise au béton, qui se trouve ainsi comprimé. Les armatures tendues sont disposées de telle façon que les zones de béton comprimées soient justement celles qui subiront des contraintes de tension sous les charges d'exploitation de l'ouvrage. Cette compression préalable du béton par les armatures tendues (précontrainte) confère au béton des propriétés remarquables qui seront examinées plus loin.

Il existe deux manières de transmettre au béton la tension des armatures qui caractérisent les deux catégories fondamentales du béton précontraint.

1,1 PRECONTRAINTE APRES DURCISSEMENT DU BETON (POST-TENSION)

Les fils d'acier de 5 à 12 mm de diamètre sont assemblés en faisceaux ou câbles et placés à l'intérieur de gaines tubulaires en tôle mince qui les isolent du béton. Après coulage et durcissement du béton, des vérins hydrauliques sont fixés aux extrémités d'un câble et le câble est tendu par ces vérins qui prennent appui sur le béton. Les extrémités des câbles sont ensuite bloquées dans des ancrages spéciaux incorporés au béton, les vérins sont enlevés et l'espace libre entre le câble et la gaine est rempli avec du mortier de ciment injecté sous pression qui assure la protection de l'armature contre l'oxydation et rétablit l'adhérence. Cette méthode, qui ne nécessite aucune installation fixe, est employée pour les ouvrages construits sur place.

1,2 PRECONTRAINTE PAR FILS ADHERENTS (PRE-TENSION)

Les fils sont disposés parallèlement dans des coffrages et tendus en prenant appui sur deux massifs d'extrémité ancrés dans le sol. Après coulage et durcissement du béton, la tension des fils est relâchée. Les fils tendent à reprendre alors leur état initial, et l'effort qui a servi à les tendre se transmet par adhérence au béton qui, de ce fait, se trouve comprimé.

Ce procédé nécessite la construction d'installations fixes (massifs d'ancrage, aires de coulage etc.) et convient surtout à la fabrication d'éléments standard relativement légers produits en série dans des usines (poutrelles de planchers, éléments de couverture, poteaux, pieux, éléments de canaux d'irrigation etc.).

2.

HISTORIQUE

Les premières réalisations (poteaux électriques, reprise en sous-œuvre de la Gare Maritime du Havre) datent de 1933-1935. Elles ont été bientôt suivies d'applications importantes en Algérie (tuyaux à haute pression, barrage), en France (caissons dans le port de Brest) et en Allemagne (ponts de 34 m, poutres pour bâtiments).

Les premières années de l'après-guerre ont été marquées par la réalisation d'importants ouvrages en France (cinq grands ponts sur la Marne, Réservoirs d'Orléans, Nouvelle Gare Transatlantique du Havre) qui ont démontré les possibilités et les qualités du nouveau matériau et ont attiré de nombreux visiteurs étrangers. Depuis ce moment le béton précontraint a gagné rapidement un grand nombre de pays et son utilisation n'a cessé de s'étendre pour gagner tous les domaines de la construction, y compris celui de l'énergie nucléaire.

Son emploi est actuellement universellement admis et la plupart des pays a défini les règles de son utilisation. Le matériel nécessaire à sa mise en œuvre et les méthodes d'exécution n'ont cessé de se perfectionner. Les aciéries produisent des aciers durs de qualité parfaitement adaptée aux besoins et leur production est en augmentation constante.

3.

LES AVANTAGES ECONOMIQUES ET TECHNIQUES DU BETON PRECONTRAINTE

3,0 HOMOGENEITE ET INFISSURABILITE

Le béton armé traditionnel est un matériau hétérogène car le béton des zones tendues des sections peut se fissurer sous les charges, les aciers seuls assurant alors la résistance. Dans le béton précontraint on se trouve en présence d'une décompression des zones tendues, préalablement comprimées, sans que les fissures puissent apparaître. Le matériau est homogène.

L'absence de fissures sous les charges procure une garantie remarquable contre l'oxydation des armatures. Cet avantage est important lorsqu'il s'agit d'ouvrages hydrauliques (surtout des réservoirs) et de constructions au bord de la mer.

3,1 SECURITE

La mise en précontrainte soumet le béton à des contraintes de compression et l'acier à des contraintes de tension qui ne seront jamais atteintes sous charges normales. Il s'agit là d'une épreuve préalable des ouvrages dans leur masse avant leur mise en exploitation. Un défaut de qualité du béton ou des aciers conduit à leur rupture, les réparations ou remplacements qui en résultent étant à la charge de l'entrepreneur. C'est une garantie de sécurité que ne donne aucun autre matériau.

3,2 ECONOMIE DE MATERIAUX

Le prix de l'acier dur pour béton précontraint, par exemple en France, est actuellement de 1200 NF la tonne, tandis que l'acier doux pour béton armé traditionnel coûte en moyenne 490 NF la tonne. Or, l'économie en poids réalisée grâce à l'emploi de l'acier dur est de l'ordre de 70 % pour les ponts. Il en résulte une marge de 26 % qui non seulement couvre les frais qu'exige la mise en oeuvre de la précontrainte, mais permet aussi de réaliser dans la majorité des cas des économies substantielles.

Les ouvrages en béton précontraint étant généralement réalisés en béton de qualité, une économie de l'ordre de 10 à 20 % est réalisée sur le volume de béton ce qui diminue d'autant le poids des structures et le prix des fondations.

Dans les régions peu développées ces économies de quantités de matériaux sont particulièrement sensibles à cause des frais de transport. L'acier, et bien souvent le ciment, sont des produits importés de loin par voie maritime. Ils doivent ensuite, dans la plupart des cas, être acheminés vers l'intérieur des terres, ce qui coûte d'autant plus cher que les routes sont mauvaises, les distances longues et les moyens de transport rares.

L'économie de matériaux conduit, dans les pays importateurs, à une économie de devises, surtout lorsqu'un ouvrage est construit en béton précontraint au lieu d'être construit en acier.

L'économie de matériaux est surtout importante pour les ouvrages de grande portée avec fortes surcharges.

3,3 ALLEGEMENT DE STRUCTURES

L'emploi de la précontrainte permet, avec une même hauteur disponible pour les poutres, d'atteindre des portées plus grandes. Cet avantage est important non seulement pour les ponts, mais aussi pour les bâtiments industriels où la technique moderne exige de grands espaces libres sans supports intermédiaires pour faciliter les manutentions et le logement de machines encombrantes.

3,4 ADAPTATION A LA PREFABRICATION

Le problème délicat de la construction en éléments préfabriqués est le joint entre éléments. Or, en béton précontraint l'exécution des joints est particulièrement aisée. Ils se trouvent précomprimés au même titre que les parties courantes et ne constituent plus des points faibles.

La méthode de précontrainte par fils adhérents (voir 1,2) est parfaitement adaptée à la production en usine d'éléments précontraints, légers en grande série.

Parmi les avantages nombreux de la préfabrication nous insisterons sur l'économie de main d'oeuvre qualifiée.

4. REALISATIONS DANS LES PAYS PEU DEVELOPPES ET ANALYSE DES RESULTATS

4,0 NOTION DE PAYS PEU DEVELOPPE

Pour des raisons diverses, dans certains pays développés le béton précontraint n'a pas reçu autant d'applications que l'on aurait été en droit de prévoir. Par contre, certains pays moins développés sous d'autres rapports (nutrition, réseaux routiers, production industrielle etc.), tels que l'Inde et certains pays africains, ont su déceler très tôt le rôle que le béton précontraint était susceptible de jouer dans leur développement et l'on utilisé à leur profit. Leur exemple est particulièrement précieux pour la présente étude. Le développement du béton précontraint dans un pays ne correspond donc pas toujours au niveau de développement général de ce pays.

4,1 LES PONTS

Le béton précontraint convient tout particulièrement pour les ponts et c'est dans ce domaine qu'il a gagné le plus de terrain sur les autres modes de construction. En cas de grosses charges et de grandes portées qui caractérisent les ponts, les quantités d'acier utilisées, donc aussi les économies réalisées grâce à l'emploi de la précontrainte, sont importantes. Un gros avantage par rapport aux ponts métalliques, dont souvent on omet de tenir compte, est l'absence d'entretien (peinture périodique).

La préfabrication a été largement utilisée pour la construction des ponts dont les poutres peuvent être coulées sur le chantier et mises en place sur leurs appuis par des appareils de lancement ou des grues.

La mise en oeuvre du béton précontraint s'accommode bien aux méthodes de construction traditionnelles propres aux pays à faible équipement et main d'oeuvre abondante et bon marché (par exemple la fabrication et la mise en place du béton).

4,12 Ponts en Inde

Jusqu'en 1958 il a été construit en Inde 460 travées de ponts routes représentant une longueur totale de 18.000 mètres, et de nombreux ponts rails. Les ponts routes sur appuis simples ont le plus souvent une largeur de 6,00 m et une portée entre 30 et 45 m.

La raison qui a conduit à construire les ponts en béton précontraint était l'économie réalisée sur le prix des ouvrages. Il en a également résulté une importante économie de devises pour ce pays, importateur de l'acier. Les cônes d'ancrage pour câbles, qui étaient jusqu'à présent importés, sont maintenant fabriqués dans le pays. Cette fabrication se trouve justifiée par le volume de travaux. On a également commencé la fabrication de l'acier dur. L'Inde sera bientôt presque entièrement indépendante de l'étranger en ce qui concerne la construction en béton précontraint, les importations se réduisant à certain matériel spécialisé dont le prix est minime à côté du prix total des ouvrages.

Au début, la plupart des ouvrages étaient coulées sur place en suivant la technique du béton armé traditionnel. Actuellement on assiste de plus en plus au développement de la construction en poutres préfabriquées mises en place par appareils de lancement. Cette mécanisation s'avère économique même dans ce pays à main d'oeuvre bon marché. La construction en poutres préfabriquées présente en outre l'avantage de supprimer les échafaudages qui se trouvent en danger dans ce pays à crues violentes.

4,13 Ponts en Côte d'Ivoire

Une entreprise française a réalisé dans ce pays une vingtaine de ponts d'une longueur de 53 à 100 m, généralement à voie unique. L'entreprise a recherché au maximum l'économie de matériaux dont le transport à l'intérieur du pays est très onéreux en utilisant pour ces ponts des systèmes hyperstatiques. Ces ponts sont soit des systèmes à poutres continues, soit des ponts à béquilles inclinées permettant de réaliser des encastresments de part et d'autre de la travée centrale. Les câbles de précontrainte, en petit nombre, courent sur toute la longueur du pont, ce qui permet de réduire le nombre de cônes d'ancrage et la durée des opérations de mise en tension.

Des résultats remarquables ont été obtenus grâce à l'activité d'une entreprise dynamique d'importance moyenne à laquelle les services administratifs, compétents ont laissé la liberté d'action nécessaire. La construction d'un pont demande la présence d'un conducteur de travaux européens assisté d'une équipe d'ouvriers indigènes habitués au travail et attachés à l'entreprise, les manoeuvres étant recrutés dans les villages voisins.

4,14 Ponts à Madagascar

Une entreprise a construit à Madagascar une quarantaine de travées de ponts avec portées variant de 15 à 30 mètres. Là encore la réalisation est due à l'initiative d'une entreprise qui a su tirer profit des économies de matériaux importantes dans un pays éloigné.

4,15 Grands ponts dans les pays africains d'expression française

Le pont d'Abidjan (Côte d'Ivoire) est un ouvrage remarquable d'une longueur de 372 m en 8 travées de 46,50 m constituées par un double caisson à l'intérieur duquel passe une double voie de chemin de fer. L'importance de cet ouvrage dépasse le cadre des problèmes courants des pays peu développés.

La construction du pont sur le Wouri à Douala (Cameroun) d'une longueur de 1,035 m avec 21 travées de 45 m a demandé un équipement important pour la fabrication des poutres constituant le tablier. La main d'oeuvre locale s'est parfaitement adaptée aux diverses opérations de préfabrication qui se répètent un grand nombre de fois et ne demandant pas de formation professionnelle.

Le pont sur le Niger à Goya-Malanville (Niger) d'une longueur de 455 m et le pont de Bamako sur le Niger (Soudan) d'une longueur de 861 m sont des exemples de ponts de grande longueur construits en poutres préfabriquées mises en place par une poutre métallique de lancement. Cette méthode de construction, devenue classique, convient particulièrement pour les ponts de grande longueur. Elle demande peu de main d'oeuvre qualifiée et des investissements en matériel facilitent amortissables, surtout en cas de réutilisation.

4,16 Conclusions d'ensemble pour les ponts

L'utilisation du béton précontraint pour la construction de ponts dans les régions peu développées a donné des résultats très satisfaisants et il y a lieu de prévoir qu'elle va encore progresser et contribuer plus encore au développement des voies de communication, condition du progrès dans tous les autres domaines.

4,2 LES TRAVAUX MARITIMES ET HYDRAULIQUES

En plus des avantages économiques, l'emploi du béton précontraint pour les travaux maritimes et hydrauliques présente l'avantage de conférer aux structures une longévité que l'on estime largement supérieure à celle des ouvrages en béton armé. L'absence de fissures assure une protection efficace des armatures contre l'oxydation qui est la principale cause de ruine souvent rapide des ouvrages à la mer en béton armé traditionnel.

Les principaux types d'ouvrages maritimes pour lesquels le béton précontraint a été utilisé sont :

- les tabliers pour murs de quais et appontements, dont la technique de construction s'apparente à celle des ponts;
- les caissons pour murs de quais, cales sèches, etc.;
- les piles de fondation formées d'éléments creux préfabriqués assemblés par précontrainte.

Des constructions en béton précontraint des types cités ci-dessus ont été réalisées dans les ports suivants : Bangkok (Thaïlande), Belawan (Indonésie), Bougie (Algérie), Karachi (Pakistan), Oran (Algérie), Port-Etienne (Mauritanie), Saïgon (Viet-Nam), Sihanoukville (Cambodge).

Parmi les applications du béton précontraint aux autres ouvrages hydrauliques réalisés dans les régions peu développées nous signalerons plusieurs barrages en Algérie, dont le dernier en date, celui d'Erraguène sur l'Oued Djen-Djen, est particulièrement intéressant, le barrage de Sefid-Roud (Iran), la conduite à haute pression de grand diamètre (Kunu Syphon, en Inde).

4.3 PRODUITS PREFABRIQUES

L'installation d'une usine de fabrication de produits à fils adhérents suppose l'existence ou la création d'un marché suffisant autour de l'usine sans que le prix des produits soit grevé par des transports trop onéreux. Cette installation dépend en grande partie du réseau routier. Il apparaît donc que les pays peu développés soient, en règle générale, moins favorisés pour l'installation de telles usines, à moins qu'il n'existe un plan de construction capable d'absorber la production (développement urbain, construction de lignes électriques ou de chemins de fer, etc.). Il est donc normal que les usines de préfabrication se soient surtout développées dans les pays industrialisés (U.S.A., U.R.S.S., pays européens).

Il y a cependant un certain nombre d'exemples d'installation d'usines de préfabrication dans les pays peu développés. Les usines fabriquant des poutrelles de plancher et poutres ont été installées en Inde, à Thaïland, à Guatemala, à Costa-Rica. Des installations de fabrication de poteaux de traverses de chemin de fer ont été créées pour la réalisation de programmes donnés en Haute Volta, au Sénégal, au Cameroun, en Algérie.

Le développement de la production d'éléments à fils adhérents fabriqués en usine et le succès des installations existantes dans les régions peu développées portent à croire que d'autres installations peuvent suivre dans ces régions, à condition que les programmes le permettent et que le béton précontraint soit mis en concurrence avec les autres matériaux.

4,4 IRRIGATION

Les applications du béton précontraint à l'irrigation concernent la construction d'éléments préfabriqués pour canaux surélevés et les conduites à haute pression.

L'expérience a montré qu'il est possible de fabriquer économiquement en usine des éléments de canaux en forme d'auges que l'on pose à la grue sur des supports en béton armé préfabriqués. La précontrainte permet d'obtenir des éléments parfaitement étanches de très faible épaisseur. Une usine établie au Maroc a donné pleine satisfaction.

Des usines de fabrication de tuyaux haute pression en béton précontraint destinés à l'irrigation et à l'alimentation de villes ont été installées en Algérie, en Tunisie, au Maroc, à Cuba, en Angola, en Mozambique. Il existe plusieurs systèmes de fabrication de tuyaux précontraints exploités par des sociétés spécialisées. L'installation d'une usine de tuyaux ne peut être envisagée que s'il y a un programme assez vaste pour son amortissement.

5.

POSSIBILITES ET PERSPECTIVES D'AVENIR

5.1 DOMAINES D'APPLICATION NON EXPLOITES OU INSUFFISAMMENT EXPLOITES

Le béton précontraint, malgré son extension rapide, n'a encore gagné qu'une faible part du volume total de la construction. Il est encore loin d'atteindre le développement que ses avantages permettent d'espérer, particulièrement en pays peu développés.

Le pays où la part la plus importante du marché a été attribuée au béton précontraint est l'U.R.S.S. où le plan prévoit qu'en 1965, 25 % de constructions préfabriquées en béton seront précontraintes. Une part assez importante du marché revient au précontraint au Japon, aux Etats Unis (préfabrication en usine), en Allemagne (ponts). C'est la France qui est intervenue le plus dans les applications en pays peu développés.

La raison principale qui retarde le développement du béton précontraint est la force d'inertie opposée par les autorités responsables, les bureaux d'études et les entreprises, qui très souvent ne font pas l'effort nécessaire pour assimiler une technique nouvelle et prendre la responsabilité de son application.

Les perspectives de développement en ce qui concerne les ponts, les travaux maritimes, la préfabrication en usine et l'irrigation résultent de ce qui a été au chapitre 4.

Il n'y a eu jusqu'à présent que peu de bâtiments construits en béton précontraint dans les régions peu développées. Cependant l'expérience montre que l'emploi du béton précontraint est avantageux dans les cas suivants :

- bâtiments industriels à grande portée et fortes surcharges,
- bâtiments d'usine importants dans lesquels on peut appliquer la construction en éléments préfabriqués sur chantier avec assemblage par précontrainte,
- couvertures en voiles minces de formes diverses et tirants,
- poutres et poutrelles ou dalles de planchers préfabriqués en usine pour bâtiments d'habitation.

L'application de la précontrainte aux bâtiments devra être envisagée dans les pays peu développés dans les cas suivants :

- création de centres industriels (bâtiments d'usines),
- construction de hangars (ports, aviation),
- programmes d'expansion de centres urbains (planchers).

Les réservoirs en béton précontraint sont rares dans les pays peu développés. Il a pourtant été constaté en France qu'à partir de 1000 m³ le prix des réservoirs précontraints est plus bas que celui des réservoirs en béton armé traditionnel. Les avantages techniques de la précontrainte (étanchéité) sont considérables et les réalisations nombreuses, notamment aux Etats-Unis et en Europe. La technique moderne de construction avec coffrages glissants s'applique très facilement aux réservoirs précontraints. Les applications couvrent les industries les plus diverses : distribution d'eau, épuration des eaux, hydrocarbures, sucre, cimenteries, industries chimiques etc.

5,2 CONDITIONS D'UN DEVELOPPEMENT RATIONNEL DU BETON PRECONTRAINTE DANS LES REGIONS PEU DEVELOPPEES

5,20 Règlementation

La rédaction de règlements suppose une expérience théorique et pratique considérable que les pays, qui débutent dans une technique nouvelle, ne possèdent pas. Il est rationnel que de tels pays puissent adopter un règlement international existant. Un règlement issu de la Fédération Internationale de la Précontrainte, dont la rédaction est à l'étude, donnerait toutes les garanties de qualité et présenterait l'avantage d'éviter les clauses spécifiques d'un règlement national qui peuvent traduire des méthodes ou manières de voir non conformes aux vues admises dans la généralité des pays.

5,21 Standardisation

La standardisation est un élément essentiel de la diminution du prix de revient. Sa généralisation dans les pays peu développés semble plus facile que dans les pays à population dense, où la construction est souvent tributaire des conditions existantes (configuration des abords ou existence des appuis pour les ponts, exigüité ou conformation géométrique des terrains à bâtir, etc.). La standardisation permet au bon amortissement de l'équipement et conditionne les possibilités de préfabrication.

5,22 Equipement

L'expérience prouve que tout équipement spécial (coffrages métalliques, engins de manutention spécialisés) qui n'est pas commun pour tous les chantiers est souvent mal amorti.

Les conditions d'une utilisation rationnelle de l'équipement sont :

- l'existence de programmes assez vastes pour permettre un amortissement avantageux,
- la standardisation, qui permet de diminuer le nombre de types différents d'éléments et par conséquent d'augmenter le nombre d'unités de chaque élément à fabriquer,
- la possibilité pour l'équipement spécialisé d'être utilisé par différentes entreprises. Après l'exécution d'un premier marché, cet équipement pourrait, par exemple, devenir la propriété de l'Etat, sa fourniture aux entreprises soumissionnaires devenant une clause des marchés ultérieurs,
- accords entre pays pour l'utilisation du même équipement.

5,23 Assistance technique pour l'exécution des travaux

Le premier problème à résoudre est de déterminer si l'utilisation du béton précontraint apporte des avantages dans la réalisation d'un programme donné. Pour la solution deux voies sont possibles :

- organisation d'un concours dans lequel tous les matériaux soient admis,
- si le projet est établi par un ingénieur conseil dans son ensemble, consultation d'un bureau d'études spécialisé pour déterminer si l'exécution de certaines de ses parties en béton précontraint est rationnelle.

L'assistance technique portera ensuite sur l'étude des parties précontraintes. Cette étude sera faite soit par un bureau spécialisé en vue d'une adjudication, soit par le bureau d'études de l'entreprise adjudicataire à la suite d'un concours.

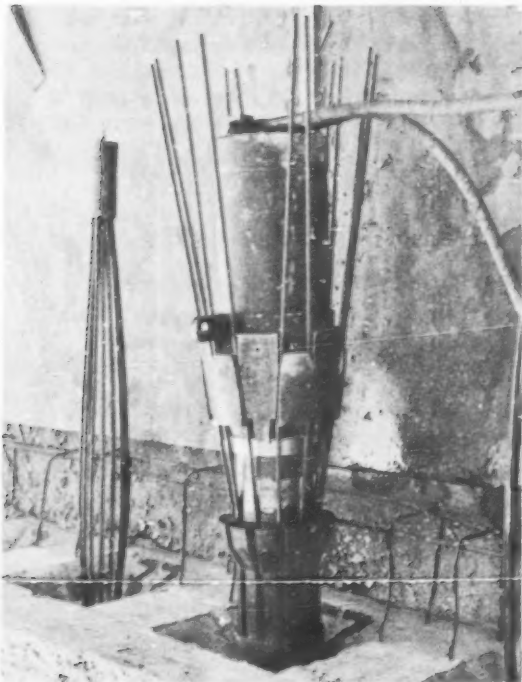
L'exécution des travaux est menée par des entreprises expérimentées adjudicataires qui s'associent souvent avec des entreprises locales en fournissant les cadres.

5,24 Formation des cadres locaux

Les ingénieurs spécialisés en béton précontraint sont formés dans les pays avancés dans l'utilisation du béton précontraint. Une connaissance préalable de la langue du pays choisi pour les études rend le séjour plus profitable et en diminue la durée, donc les frais.

Plusieurs pays organisent des stages d'études de béton précontraint. En France un stage du Service de Coopération Technique du Ministère des Finances et des Affaires Economiques fonctionne depuis 5 ans et a été suivi au cours de 10 sessions par 366 ingénieurs étrangers. La formation est également faite au cours de stages auprès de bureaux d'études et entreprises spécialisées.

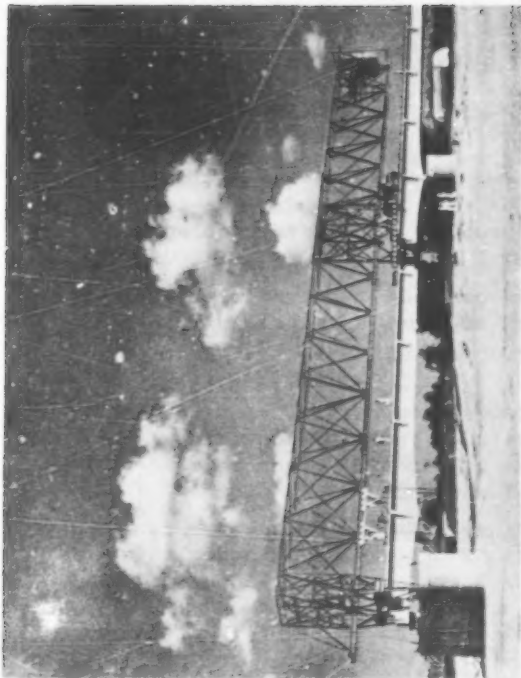
L'enseignement est également fait dans les pays intéressés mêmes par des professeurs étrangers au cours de stages ou de conférences. Un excellent moyen d'acquérir des connaissances est de suivre les études de projets et les travaux exécutés dans le pays.



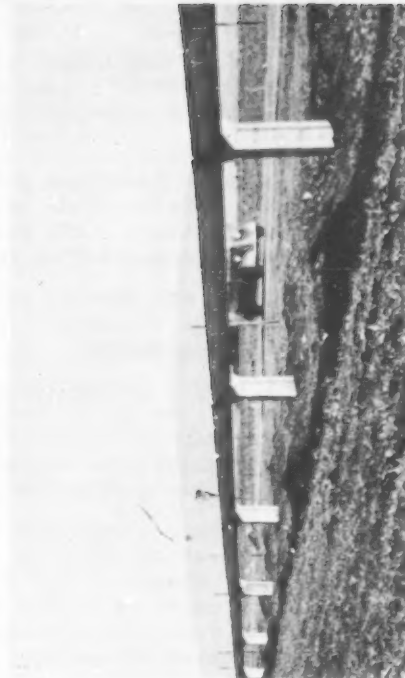
1. Vérin type "Freyssinet" pour mise en tension de câbles de précontrainte.



2. Pont sur le fleuve Coleroon (Inde). Mise en place d'une poutre préfabriquée à l'aide d'un appareil de lancement.



3. Pont sur la Boa (Côte d'Ivoire)



4. Canal d'irrigation surélevé en éléments préfabriqués